

第二回 e-Learning 研究会報告

プログラミング教育用支援システムの提案

陳 慧*

1. は じ め に

現在、少子化に伴う大学全入時代を迎えるであろうといわれている。その結果、学生たちが入学前に何をどのように学んできたかを知るとはかなり難しくなり、授業を理解する能力も個人差が大きく、また全体的な学力低下も見られる。現在多くの大学において一斉対面授業を行っているだけで、それでは学力向上に限界がある。これらの状況を応じるため、一斉対面授業の効率性を活かしながら、効果的な授業を行うよう変革することや教育サービス提供することが、大学の課題になっている[1][2]。そこで各教育機関に授業補助を目的とした e-Learning システムを導入する事例が増加しつつある[5]。

e-Learning システムを活用して、授業時間外での学習を可能にし、より多く学習機会を与えることができるようになった。しかがって、効率的に教育効果が向上するための適切な活用方法を見出すことが必要である。これらに関して、授業の理解を促し教育効果を向上させるため、本学の講義支援システム（Janzabar）を利用し、事前事後学習環境をデジタル構築し、学力改善の試みを行ってくる。

現在の支援システムは講義資料などの提供や課題提出、模範解答掲示などができ、ある程度の教育効果を高めることができる。しかし、単に講義をして、プログラムを作成の課題を与えるだけでは、プログラムを作成できない学生が少なくない。特に一人の先生が多数クラスに対して、学生一人一人にきめ細かい指導するのはとても困難であり、自己学習力が十分でない学生へのサポートが必要である。理解をより確実にするには、学生に対してのアドバイス提示やきめ細かい指導などのオンラインサポートシステムが必要である。

本論文は、第2章で Janzabar システム[3]を利用してプログラミング（Programming C++）科目での使用例を述べる。第3章はプログラミング教育における新たな提案オンラインサポートについて述べる。

2. Janzabar システムの活用

ここで、工学部1年生のプログラミング C++ 言語科目において、受講者は60名前後の学生

* 国土舘大学21世紀アジア学部、情報科学センター
School of Asia 21, Center for Information Science

に対して Janzabar システムを利用し、事前事後の学習環境を構築することで、学力向上の試みについての事例[4]を述べる。以下のような Janzabar システムの機能を使用した。

- ① 配布資料：講義，課題，解答
- ② テスト/課題：アップロード/ダウンロード形式で課題提出
- ③ 成績表：採点，成績集計
- ④ 出席管理：出欠統計

2.1 教材の作成及び配布

これから講義や理解度を確認する課題，模範解答の授業形態について述べる。より便利に使うため，配布資料の機能を利用して，講義資料や宿題，解答などの資料を分類してすべて配布資料のところに登録する。

- ① 教室で使用した資料や時間がなく十分伝えられなかった場合は，学生が予習や復習のために毎回講義の内容を事前に用意し，配布資料として登録する。学生が配布資料の閲覧やダウンロードすることができるので，学生側にとってとても便利でありよく利用している。
- ② 板書する時間を節約するために，PowerPoint や Excel などで作った教材を学生の端末機や中間モニターに表示し，説明しながら手書き入力で加筆する。学生はそれを見て，重要な部分だけをノードを取って，聞くことに専念し理解を深めることができる。
- ③ プログラミング A の授業では，半分は講義，半分は講義内容の理解を深めるための問題演習を行う。演習問題もすべて配布資料として掲載され，学生が演習問題をダウンロードする。

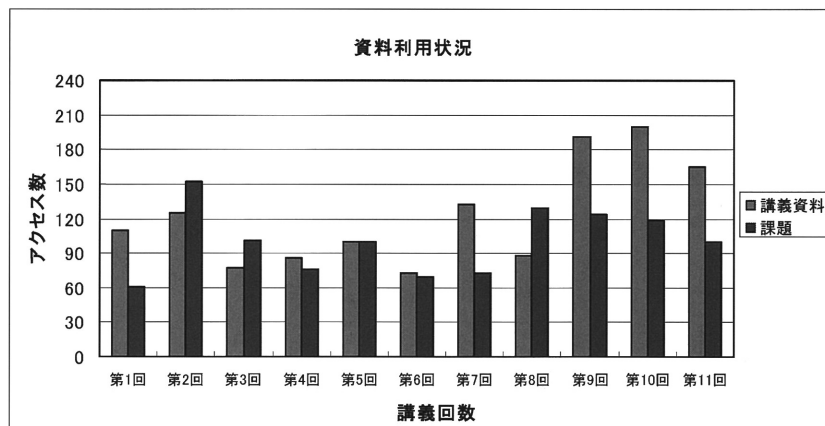


図1 講義資料・演習問題の利用状況

④ 学生が提出した宿題をチェックし、講義では共通してよく間違えている箇所を中心に解説する。講義中にすべての問題の解説を行う時間がないので、配布資料として模範解答を掲載し、学生たちが解答を見て結果を確認することができる。

⑤ 欠席した場合でも、いつでも配布資料を自習して課題を提出することが可能である。

上述のような配布資料として講義資料・演習問題の利用状況は図1に示されている。学生が自習・復習のため、授業時間以外にもこのシステムを利用していることがわかった。特に講義後半部分の内容は難しくなるので、利用回数がかなり増えていることも表れている。このようなシステムは教員の指導のもとで教育補助活動をする。学生たちの予習・復習に対してはとても利用しやすいので、意欲がある学生が自分のペースで学習を進めることもできる。

2.2 課題提出および成績管理

Jenzabar システムにおけるテスト/課題機能は、オンライン、アップロード/ダウンロード、オフラインの3タイプの出題形式があり、今回はアップロード/ダウンロードタイプのみを利用する。アップロード/ダウンロードタイプでは、出題および解答の提出をファイルのやりとりで行うタイプであり、提出期間の設定も出来る。学生はこの機能を利用して回答した演習問題を提出期間内にアップロードし提出する。図2は課題提出状況を示し、平均課題提出率は約89%である。このシステムを使う前に課題を紙で提出した状況と比べると提出率が高くなり、欠席者でも講義資料を自習しながら、課題作成に取込んで、成果物を提出していることがわかった。

学生が提出された宿題をチェックし、学生たちがどこか分かったかどこかまだ理解していないかよく分かるし、講義では共通してよく間違えている箇所を中心に解説する。講義中にすべての問題の解説を行う時間がないので、配布資料として模範解答を掲載し、学生たちが解答を

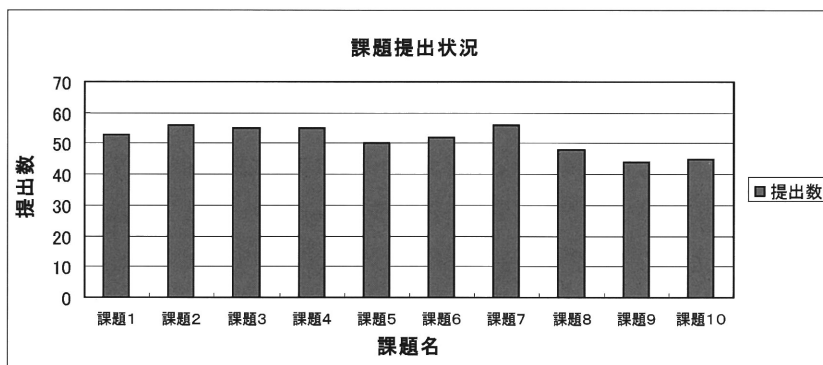


図2 演習課題提出状況

見て結果を確認することができる。学生のコメントと先生のコメントを書くこともでき、また学生の質問や連絡にはメールを使用して、学生の自立的学習を促進している。

2.3 得られた効果

Jenzabar システムを利用して以下の教育効果が得られた。

- ① 学生が用意している教材や練習問題、模範解答を利用して予習復習しやすくし、授業内容もよく理解になった。
- ② 学内のみならず自宅からでも好きな時間に繰り返し学習できるので、学生が自主的に課題作成に取込んだことがわかった。この結果は教育効果としても現れ、学力の向上につながったと考えられる。
- ③ 課題の提出や成績の評価、出席の管理などの機能を利用し、データの一元管理ができ、学生とのコミュニケーションもしやすくなる。

3. 新たに提案

現在の支援システムは講義資料などの提供や課題提出、模範解答掲示などができ、ある程度の教育効果を高めることができる。しかし、単に講義をして、プログラムを作成の課題を与えるだけでは、プログラムを作成できない学生が少なくない。特に一人の先生が60人ぐらい学生一人一人にきめ細かい指導するのはとても困難であり、自己学習力が十分でない学生へのサポートが必要である。理解をより確実にするには、学生に対してのアドバイス提示やきめ細かい指導などのオンラインサポートシステムが必要である。

例えば、C++の演習問題をコンパイルするとき、エラーがある場合、初学者では指摘されたエラーメッセージの理解がかなり難しい。特に、誤り場所は正しく指摘されない場合、正しく修正することも困難である。講義だけで理解困難な学生に対してオンラインでサポートすれば、とても役に立つであろう。

3.1 プログラムコンパイラの流れ

図3の破線を囲んだ部分はプログラミングC++の作成、コンパイラ、リンク、実行の流れを示している。コンパイラを行うと、エラーが生じた場合はプログラムを修正し、再びコンパイラをしてエラーがなくなるまでこの手順を繰り返す。すべてのエラーを除いたら、プログラムが実行される。しかし、エラーが発生した場合、初学者では、エラーを見つけるのはなかなか難しい。

学生がプログラムの課題を作るとき、よく間違ったところは以下の2種類がある。

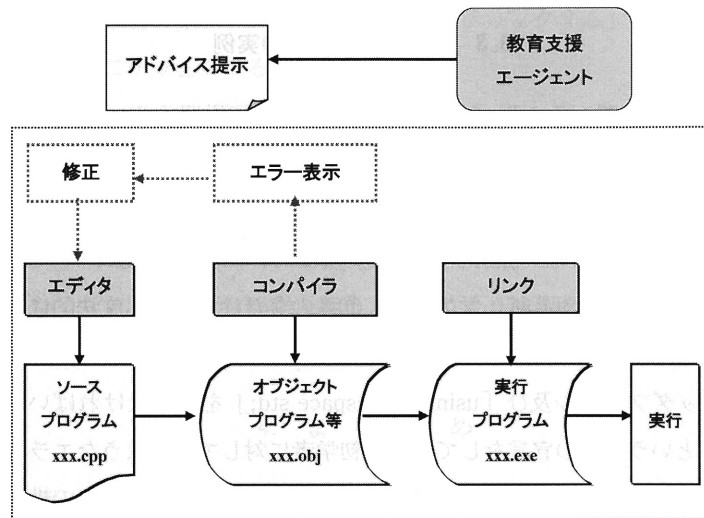


図3 プログラムのコンパイラの流れ

① 文法の誤り：

- ◆文字が認識できない
- ◆定義されていない識別子がある
- ◆変数宣言が一致していない
- ◆構文エラーが存在する

などがある。

② 論理的な誤り：文法の問題はないが、正しい結果が得られないなど

これらのエラーが発生している場合に修正アドバイスを与えれば、学生はアドバイスの提示を参考しながら修正できることから演習の効率を格段に向上させることができる。

3.2 オンラインの教育支援エージェント

オンラインの教育支援システムは教師用支援エージェントと学生用支援エージェントから構成される。教師用支援エージェントはプログラミング言語の教育教材作成や言語構造的な規則などの知識を知識ベースに蓄積する。また、生徒がよく出てくる誤りを経験的に見出し、これらの誤りの情報を教材にフィードバックする。学生用支援エージェントは学習したいプログラミング言語の知識を選択し、基本知識を学習する。プログラミングコンパイラ時エラーが発生している場合には、これらのエラーを分析してアドバイスを提示し、修正を指導する。また個々のコマンドの文法や説明文などを調べて学習することよりプログラミング理解度が深くなり、演習の効率を格段に向上することもできる。

3.3 プログラミングの実例

ここで、図4に示している1例プログラミングについて説明する。先頭の実行番号は説明のために付けたものから、実際のプログラムには含まれない。このプログラムをコンパイルすると、図4左側に示されているエラーメッセージが出ている。例えば、

「⑤ ‘cout’ 定義されていない識別子」と「⑤⑥ ‘<<’, ‘>>’ 無効なオペランド」というエラーメッセージに対して、学生が⑤、⑥番の文だけを見ても文法的に間違いはないと思う。しかし、画面に表示する「cout」を使う前に、①番のインクルード文「#include <iostream>」のヘッダファイル及び「using namespace std;」を書かなければいけない。この2つ文は「cout」という関数の宣言をしている。初学者に対してこのようなエラーの修正はなかなか難しいようである。ここで、オンライン教育支援エージェントの言語の構文ルールベースを利用して適切なアドバイスを提示し、学生がこの提示されているものを見ることで修正することが容易になる。

また、「⑧⑨文字は識別できません」というエラーメッセージが出ている場合は多いである。C++言語のコマンドはすべて英数で表示するが、学生がよく日本語フォントと英数フォントと混ざってしまう場合が結構ある。⑧、⑨番の文だけを見てもエラーが見つからない。こ

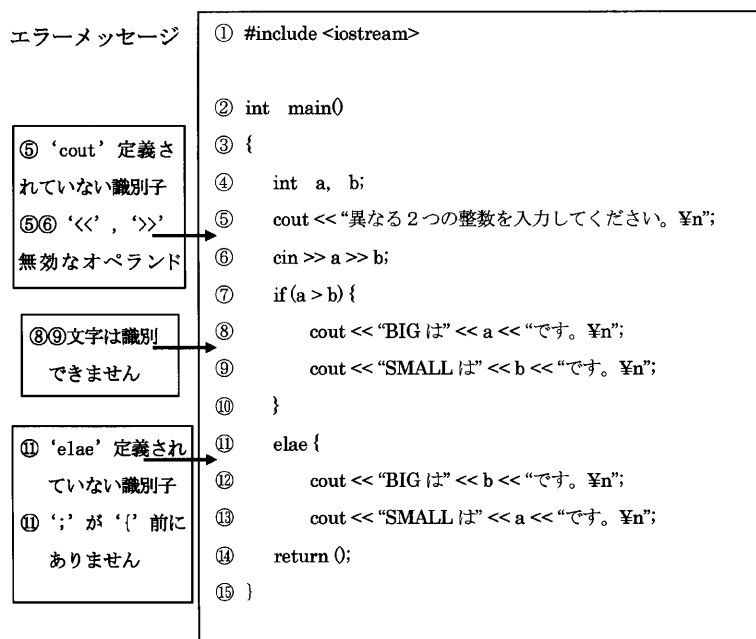


図4 プログラミングの1例

で、「”’, ‘<’ 等は日本語フォントが混ざっているかをチェックする」というアドバイスを提示すれば、学生が簡単にチェックすることができる。

「⑪ ‘elae’ 定義されていない識別子」, 「⑪ ‘;’ が ‘{’ 前にありません」というエラーメッセージに対して、「構文 if~else の定義は正しいかをチェックする」というアドバイスを提示すれば、学生が修正することも容易である。

このようにオンライン教育支援エージェントを利用して、アドバイス提示を参考しながら修正し、エラーがなくなるまで繰返し操作を行う。これにより演習の効率を向上し、教育効果を高めることができる。

4. ま と め

Jenzabar システムを利用することにより、学生が学内のみならず自宅からでも好きな時間に用意している教材や練習問題などを利用して予習復習しやすくし、授業内容もよく理解になった。この結果は教育効果としても現れ、学力の向上につながったと考えられる。また、課題の提出や成績の評価、出席の管理などの機能を利用し、データの一元管理ができ、学生とのコミュニケーションもしやすくなっている。

多人数のクラスや自己学習力が十分でない学生に対して新たなオンライン教育支援エージェントが提案された。学生がオンライン教育支援システムを利用することによりプログラミング言語の知識を学習し、個々の学生に最適な学習指導やアドバイスを提供する。これらによりプログラミング理解度が深くなり、演習の効率を格段に向上することもできるであろう。

今後の課題としては C++ 言語の構文ルールや専門知識などの知識ベースを構築することと、学生の誤りの情報を収集し教材にフィードバックすることがあげられる。

謝 辞

本研究に対して有益な御助言をいただき情報科学センターの先生達や IT サポートルーム支援している皆様に深く感謝する。

参 考 文 献

- [1] 青木武典, “大学教育における e-ラーニングの活用と課題—e-ラーニング教材のモジュール化の提案—”, 情報科学研究第14号, pp. 11-28, 2004.
- [2] 教育情報学会編, “教育システム情報ハンドブック”, 実教出版, 2001.
- [3] Jenzabar 操作マニュアル, 2004.
- [4] 陳慧, “情報教育における Jenzabar システムの活用”, 国士舘大学情報科学センター紀要第27号, pp. 83-85, 2006.
- [5] 村井礼, 奥村英樹, “e-Learning による授業理解度向上への取り組み～オンライン試験による個別指導の自動化～”, 情報教育方法研究第7巻第1号, pp. 31-35, 2004.